

СУЧАСНІ МЕТОДИ ДЕФЕКТΟΣКОПІЇ

Анотація. Стаття присвячена аналізу методів роботи сучасних дефектоскопів, їх застосуванню та перспективам використання. У роботі виконано порівняння існуючих типів дефектоскопів, визначені основні переваги та недоліки кожного класу приладів. Наведено приклади використання таких пристроїв для проведення технічної діагностики у різних сферах життєдіяльності людини.

Ключові слова: дефектоскопія, дефект, класифікація дефектоскопів, неруйнівний контроль.

ВСТУП

Розвиток високоточних приладів і наукомісткого машинобудування дозволили створити ряд унікальних пристроїв, використання яких дозволяє суттєво спростити, прискорити або зробити більш надійними різні механізми. Одним з таких пристроїв є дефектоскоп. Дефектоскоп є важливим помічником у контролі якості в процесі виробництва і при перевірці компонентів під час експлуатації, для неруйнівного контролю і аналізу матеріалів. Основна мета застосування приладу полягає в тому, щоб уникнути нещасних випадків, пов'язаних з травмами, майновим збитком і шкодою навколишньому середовищу. Дефектоскопи можна класифікувати наступним чином: ультразвукові, вихрострумові, магнітні, в залежності від методу контролю [1].

КЛАСИФІКАЦІЯ ДЕФЕКТΟΣКОПІВ

Розглянемо коротко загальну класифікацію дефектоскопів.

Ультразвукові. Дефектоскопія є найбільш поширеним методом серед усіх застосувань промислового ультразвукового контролю. Дефектоскопи використовують чітко встановлену та абсолютно неруйнівну ультразвукову технологію для проходження звукових хвиль крізь метали, композити, пластмаси та кераміку для виявлення прихованих недоліків, таких як тріщини, порожнечі та м'якість, що можуть призвести до виходу з ладу конструкції або приладу. Звукові хвилі розповсюджуються передбачувано та створюють характерні «ехо-візерунки», які можна реєструвати та записувати за допомогою портативних інструментів, що робить їх досить корисними в якості інструмента перевірки.

Як ультразвуковий пристрій, дефектоскопи використовують перетворювач для створення вібрацій і отримання відлуння, що повертається (дивись рис. 1).

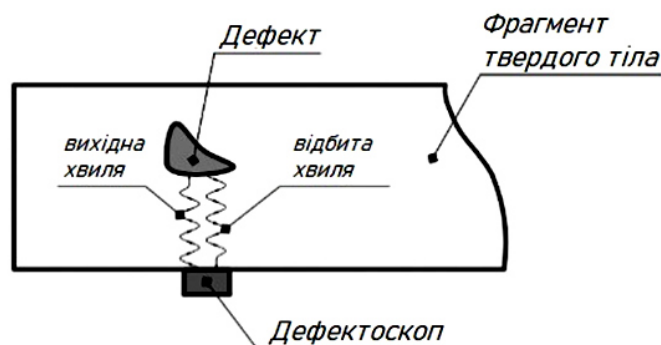


Рисунок 1. Принцип роботи ультразвукового дефектоскопа

Коли акустичні хвилі проходять через середовище, вони роблять це у передбачуваному напрямку та зі швидкостями, характерними для конкретно цього середовища. Коли буде досягнута така межа, як новий носій або дефект, вібрації повторно передбачувано повернуться до перетворювача. Відбитий сигнал перетворюється на схему форми хвилі, яку можна проаналізувати на наявність невідповідностей.

Ультразвукова дефектоскопія є порівняльним методом. Використовуючи відповідні еталонні стандарти, поряд із знаннями про поширення звукової хвилі та загальноприйнятими процедурами тестування, навчений оператор може визначити конкретні характеристики, включаючи дефекти, за діаграмою форми відбитої хвилі в досліджуваному матеріалі.

Вихрострумові. Залежно від параметру сигналу, що реєструється, вихрострумові дефектоскопи (ВСД) можуть бути частотними, амплітудними та фазовими. Одночасне використання двох з перелічених методів дозволяє створити амплітудно-фазові [2] і амплітудно-частотні схеми ВСД [3].

Розглянемо принцип дії ВСД: якщо поруч з об'єктом з феромагнітного матеріалу (скажімо, зі сталі) створити змінне магнітне поле, всередині матеріалу об'єкта контролю індукуються вихрові струми (струми Фуко) (дивись рис. 2). Вихрові струми, в свою чергу, також створюють магнітне поле, яке протидіє зовнішньому магнітному впливу. Параметри вторинного магнітного поля реєструються [4]. Якщо всередині матеріалу об'єкта контролю є неоднорідність (тріщини, порожнини, інші дефекти), це вплине на конфігурацію вихрових струмів, і, отже, на параметри створюваного ними магнітного поля. Фіксуючи ці зміни, можна отримати інформацію про внутрішні дефекти досліджуваного об'єкта [5].

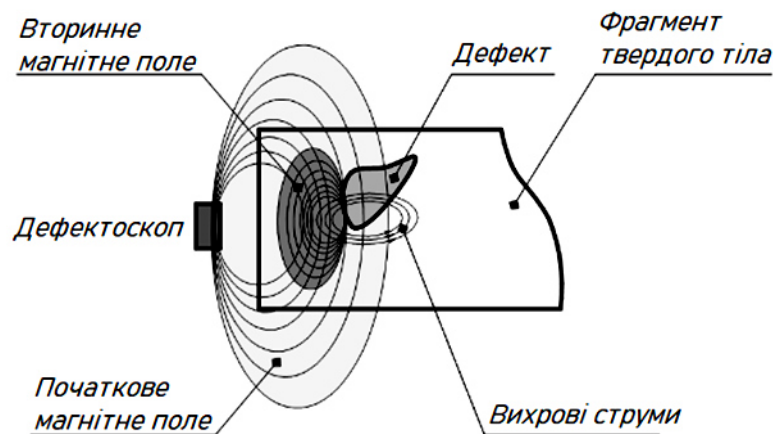


Рисунок 2. Принцип роботи вихрострумового дефектоскопа

Дефектоскопи вихрового струму широко застосовуються для діагностики при технічному обслуговуванні літаків, виявлення приповерхневих тріщин, тріщин на болтах та інших типів тріщин і корозії [6].

Магнітні. Магнітний дефектоскоп – це раціональне рішення для контролю, діагностики та аналізу цілісності структури матеріалів з металів і феромагнітних сплавів. Прилад оперативно і точно визначає місце розташування різних дефектів: пошкоджень, відколів, подряпин, тріщин.

Пристрій широко застосовується в виробничих умовах на металургійних комбінатах, підприємствах суднобудування, в газовій, хімічній, нафтовій галузях, комунальному господарстві, авіаційній сфері.

Основа принципу цієї методики контролю полягає в наступному: магнітний ефект не змінює свого напрямку на ділянці, що не має дефектів. На ділянках зниженої проникності, наприклад, через неоднорідність металу (тріщини, неметалеві включення і т.д.) частина ліній магнітного поля виходять з компонента і потім повертаються всередину, створюючи таким чином магнітні полюси (N та S). В результаті над дефектом з'являється магнітне поле. Оскільки магнітне поле є неоднорідним по відношенню до дефекту, магнітні частинки, які увійшли в це поле, потрапляють під силу, що притягує їх до місця найбільшої концентрації ліній магнітного поля, де і розташований дефект. Частинки в області дефекту намагнічуються та притягуються одна до одної як магнітні диполі так, що створюються ланцюгові структури, орієнтовані уздовж ліній магнітного поля.

Кожний з розглянутих типів дефектоскопів має свої переваги та недоліки, порівняльний аналіз яких представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз дефектоскопів

<i>Класифікація</i>	<i>Переваги</i>	<i>Недоліки</i>
Ультразвукові	Висока точність визначення розміру, форми дефекту; найбільша глибина проникнення в порівнянні з іншими методами; мінімальна підготовка перед проведенням контролю; контроль проводиться дуже швидко; результати отримуються в режимі реального часу.	Великі труднощі представляє контроль виробів складної форми і малих розмірів.
Вихрострумові	Можливість контролю об'єктів складної форми; досить висока швидкість діагностики дефектів; висока достовірність результатів;	Висока вартість; обмежений перелік матеріалів для контролю;
Магнітні	Висока оперативність і точність дослідження; можливість генерації потужних магнітних полів; максимальний захист від зовнішніх завад; простота експлуатації, легкість догляду за приладом; зручний формат відображення результатів.	Вузька спрямованість; вимогливість до температурного режиму.

СУЧАСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕФЕКТОСКОПІВ

На сьогоднішній день дефектоскопи використовуються в транспортній сфері, різних областях машинобудування, хімічної, нафтогазової промисловості, в енергетиці, будівництві, науково-дослідних лабораторіях для визначення властивостей твердого тіла і молекулярних властивостей та в інших галузях; застосовуються для контролю деталей і заготовок, зварних, паяних та клейових з'єднань, спостереження за деталями агрегатів [7]. Деякі дефектоскопи дозволяють перевіряти вироби, що рухаються зі значною швидкістю (наприклад, труби в процесі прокатки), або самі можуть пересуватися з великою швидкістю відносно об'єкту контролю (наприклад, рейкові дефектоскопи, візки та вагони-дефектоскопи).

ВИСНОВКИ

Сучасний дефектоскоп – дуже затребуваний пристрій. Завдяки даному приладу неруйнівного контролю є можливість виявити візуально невидимі осередки корозії (наприклад, під захисним покриттям), неоднорідність структури матеріалу, приховані раковини, порожнини та інші порушення цілісності, зміни в хімічному складі сплавів або інші дефекти, що виникли в процесі експлуатації чи при виготовленні виробу. Своєчасно проводити дефектоскопічний контроль дуже важливо, тому що будь-які недосконалості і недоліки сприяють зміні фізичних властивостей матеріалів та можуть послужити причиною руйнування виробу або конструкції. Особливо це важливо на об'єктах, де працюють люди, тому що руйнування конструкції або виробу може послужити причиною безлічі людських жертв.

Проведений аналіз дає змогу зробити висновок, що найбільш розповсюдженим класом дефектоскопів у наш час є ультразвукові (акустичні) прилади контролю, що обумовлено їх високою точністю, достовірністю отримуваних результатів та наявністю широкого вибору моделей на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] About Flaw Detectors. – Режим доступа: <https://www.instrumart.com/MoreAboutCategory?CategoryID=5818>. – 05.04.2020.
- [2] Баженов В. Г. Ортогональний амплітудно-фазовий метод вимірювання при проектуванні вихрострумових дефектоскопів на базі мікроконтролерів / В. Г. Баженов, К. А. Гльойнік, С. В. Ходневич // Вісник національного технічного університету ХПІ, серія «Механікотехнологічні системи та комплекси». – том 44. – 2017. – С. 60-64.
- [3] Flaw detector. – Режим доступа: https://www.pce-instruments.com/english/measuring-instruments/test-meters/flaw-detector_kat_162405.htm. – 07.04.2020.
- [4] Bazhenov V. Increasing of operation speed of digital eddy current defectoscopes based on frequency synthesizer / V. Bazhenov, A. Protasov, K. Gloinik // MRRS 2017 – Proceedings of the 2017 IEEE Microwaves, Radar and Remote Sensing Symposium. – 8075051. – pp. 155-158.
- [5] Eddy-current testing. – Режим доступа: https://en.m.wikipedia.org/wiki/Eddy-current_testing. – 09.04.2020.
- [6] Bazhenov, V. H. Design features of eddy current flaw detectors on the microcontrollers / V. H. Bazhenov, K. A. Hloinik // Scientific proceedings NDT days 2016 XXXI International Conference «Defectosopia 16». – Sozopol, Bulgaria. – june 6-10, 2016.
- [7] Technique of magnetic particle inspection of rail transport parts. – Режим доступа: http://www.promprilad.ua/en/article_3.html. – 10.04.2020.

Наук. керівник – к.т.н. Муравйов О.В.